

Funktionsanalyse von Fensterfalzlüftern durch Blower-Door-Test

Einfluss der Fensterfalzlüfter auf den n_{50} -Wert – Luftwechsel durch Fensterfalzlüfter

Dipl.-Ing.(FH) Michael Mahler

Energietechnik Mahler, Schwester-Marie-Straße 6, D-66125 Saarbrücken
Tel. +49 68 97 7780-525, Fax +49 6897 7780-527, office@entec-mahler.de

KURZFASSUNG

Der Einsatz von Fensterfalzlüftern zur Sicherstellung der Minimallüftung ist vor allem in der Bestandssanierung ein Thema. Die Aufgabe der Fensterfalzlüfter ist es, die Minimallüftung in den Wohnungen sicherzustellen und gleichzeitig einen zu hohen Luftwechsel zu vermeiden. Die Grundlüftung sollte im Bereich zwischen 0,2 und 0,4 h⁻¹ liegen.

Durch die Blower-Door-Messung von 4 Gebäuden, wurde der Einfluss der Fensterfalzlüfter (gleicher Typ) untersucht. In diesem Zusammenhang wurde der Einfluss der Fensterfalzlüfter auf den n_{50} -Wert ermittelt und aus den Ergebnissen der Blower-Door-Messungen die Funktion der Fensterfalzlüfter analysiert. Aus den aufgenommenen Kennlinien wurden die Volumenströme in Abhängigkeit des Gebäudedruckes untersucht und mit der zur Verfügung stehenden Kennlinie eines Fensterfalzlüftertyps verglichen. Damit konnte eine Aussage über die Funktionsfähigkeit der Fensterfalzlüfter abgeleitet werden.

Die gemessenen Luftmengen erreichen nur zwischen 23 % und 92 % der Luftmengen des Datenblattes. Damit liegt der durch die Fensterfalzlüfter hervorgerufene Luftwechsel im Bereich von 0,06 und 0,13 h⁻¹ (im Bereich 10 bis 30 Pa). Der Einfluss der Fensterfalzlüfter auf den n_{50} -Wert spielt ggf. eine Rolle für das Erreichen der Normwerte. Die Funktionsweise der Fensterfalzlüfter entspricht nicht den Herstellervorgaben, da sie zum einen geringere Luftmengen ermöglichen als angegeben und zum anderen auch im oberen Druckdifferenzbereich nicht wie angegeben schließen.

SCHLÜSSELWÖRTER

Fensterfalzlüfter, Funktionsanalyse, Blower-Door-Test,

EINLEITUNG

Der Einsatz von Fensterfalzlüftern (FFL) zur Sicherstellung der Minimallüftung und damit Verringerung des Schimmelpilzrisikos ist vor allem in der Bestandssanierung von vermieteten Gebäuden ein Thema. Die Aufgabe der Fensterfalzlüfter ist es, die Grundlüftung in den Wohnungen sicherzustellen und gleichzeitig einen zu hohen Luftwechsel zu vermeiden. Daher sollen die Fensterfalzlüfter bei geringen Druckdifferenzen einen gewissen Volumenstrom ermöglichen und bei höheren Druckdifferenzen möglichst geschlossen sein. Die Grundlüftung sollte im Bereich zwischen 0,2 und 0,4 h⁻¹ liegen und durch die Fensterfalzlüfter sichergestellt werden. Durch die Blower-Door-Messung von 4 Gebäuden von denen jeweils 2 Gebäude baugleich waren, wurde der Einfluss der Fensterfalzlüfter (gleicher Typ) untersucht.

Die betrachteten Gebäude wurden nach der Sanierung zum KfW-Effizienzhaus durch Blower-Door-Messungen auf ihre Luftdichtheit hin untersucht. In diesem Zusammenhang wurde der Einfluss der Fensterfalzlüfter auf den n_{50} -Wert ermittelt und aus den Ergebnissen der Blower-Door-Messungen die Funktion der Fensterfalzlüfter analysiert. Die Untersuchung der Gebäude umfasste je eine Unter- und eine Überdruckmessreihe mit offenen und verschlossenen Fensterfalzlüftern. Aus den aufgenommenen Kennlinien wurden neben den n_{50} -Werten auch die Volumenströme in Abhängigkeit des Gebäudedruckes untersucht und mit der zur Verfügung stehenden Kennlinie des betrachteten Fensterfalzlüftertyps verglichen. Damit konnte eine Aussage über die Funktionsfähigkeit der Fensterfalzlüfter abgeleitet werden.

BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHTEN GEBÄUDE

Gebäudetyp 1

Der erste Gebäudetyp ist ein Mehrfamilienhaus mit 8 Wohneinheiten, welches im Zuge einer Sanierung mit neuen Fenstern, einem Wärmedämmverbundsystem, einer Kellerdeckendämmung sowie einer Dachdämmung ausgestattet wurde (siehe Bild 1). Bei der Dachkonstruktion handelt es sich um ein Satteldach. Das Dachgeschoss beinhaltet teilweise Mansarden und Trockenräume und gehört somit zum beheizten Gebäudebereich. Das Treppenhaus erstreckt sich vom Kellergeschoss bis zum Dachgeschoss und gehört ebenfalls zum beheizten Gebäudebereich und ist durch 2 Türen im Kellergeschoss vom kalten Gebäudebereich getrennt.



Bild 1: Ansicht Gebäudetyp 1

Von diesem Gebäudetyp wurden bisher zwei Gebäude mit Fensterfalzlüfter gemessen. Das Innenvolumen beträgt ca. 1925 m³, die Nettogrundfläche 793 m² und die Hüllfläche 1087 m². Die Gebäude werden mittels Fenster gelüftet, in denen Fensterfalzlüfter eingebaut sind.

In Bild 2 ist der Fensterfalzlüfter im eingebauten Zustand dargestellt und die Einströmung der Luft durch blaue Pfeile markiert. Die Luft strömt von außen an den Seiten des Fensters durch Aussparungen in der ersten Dichtung in den Luftzwischenraum zwischen erster und zweiter Dichtung. Dort strömt sie nach oben und dort durch die Aussparung in der zweiten Dichtung in den FFL. Dann strömt sie durch den FFL und durch die Aussparung in der dritten Dichtung (Anschlagsdichtung des Fensterflügels) in den Wohnraum.



Bild 2: Ansicht Fensterfalzlüfter mit Einströmöffnung

Gebäudetyp 2

Der zweite Gebäudetyp ist ein Mehrfamilienhaus mit 6 Wohneinheiten, welches im Gegensatz zum ersten Gebäudetyp eine obere Geschossdeckendämmung aufweist (siehe Bild 2). Die durchgeführten Maßnahmen bestehen in diesem Fall ebenfalls aus einem Wärmedämmverbundsystem, neuen Wärmeschutzfenstern, einer Kellerdeckendämmung sowie der Dämmung der oberen Geschossdecke. Auch hier erstreckt sich das Treppenhaus bis in den Keller und wird dort durch zwei Türen vom kalten Gebäudebereich getrennt. Von diesem Gebäudetyp wurden bisher insgesamt zwei Gebäude mit Fensterfalzlüftern gemessen. Das Innenvolumen beträgt ca. 1301 m³, die Nettogrundfläche 527 m² und die Hüllfläche 916 m². Die Gebäude werden mittels Fenster gelüftet, in denen ebenfalls Fensterfalzlüfter vom selben Typ eingebaut sind.



Bild 3: Ansicht Gebäudetyp 2



Bild 4: Ansicht Fensterfalzlüfter mit Einströmöffnung

ERGEBNISSE

Die Funktionsanalyse der Fensterfalzlüfter wird durch den Vergleich einer Blower-Door-Messung mit abgeklebten Fensterfalzlüftern und einer mit offenen Fensterfalzlüftern durchgeführt. Es liegen die Messergebnisse von 4 Gebäuden vor, in welchen der gleiche Fensterfalzlüftertyp verwendet wird. Die Vorgehensweise der Auswertung wird anhand einer Messung (Gebäudetyp 1) aufgezeigt und dann werden die Ergebnisse von allen Messungen bewertet.

Zuerst werden die Messergebnisse des Versuchs mit abgeklebten Fensterfalzlüftern in einem Diagramm (doppeltlogarithmische Darstellung in Bild 5) dargestellt. Man erkennt jeweils eine Punkteschar für die Unter- und die Überdruckmessung. In diesem Diagramm wird ebenfalls eine Punkteschar dargestellt, die den theoretischen Verlauf einer Unterdruckmessung bei geöffneten Fensterfalzlüftern zeigt. Die Messwerte der Unter- und Überdruckmessung liegen beinahe deckungsgleich auf einer ansteigenden Geraden. Aus dem theoretischen Verlauf mit geöffneten FFL müssten die Volumenstromwerte im unteren Druckdifferenzbereich (15 – 35 Pa) deutlich (500 – 600 m³/h) über denen des geschlossenen Zustandes liegen. Dies wird in dem Diagramm auch durch den eingefärbten Bereich dargestellt. Im oberen Druckdifferenzbereich (> 40 Pa) liegt der theoretische Verlauf dann nahezu deckungsgleich mit dem Verlauf des geschlossenen Zustandes.

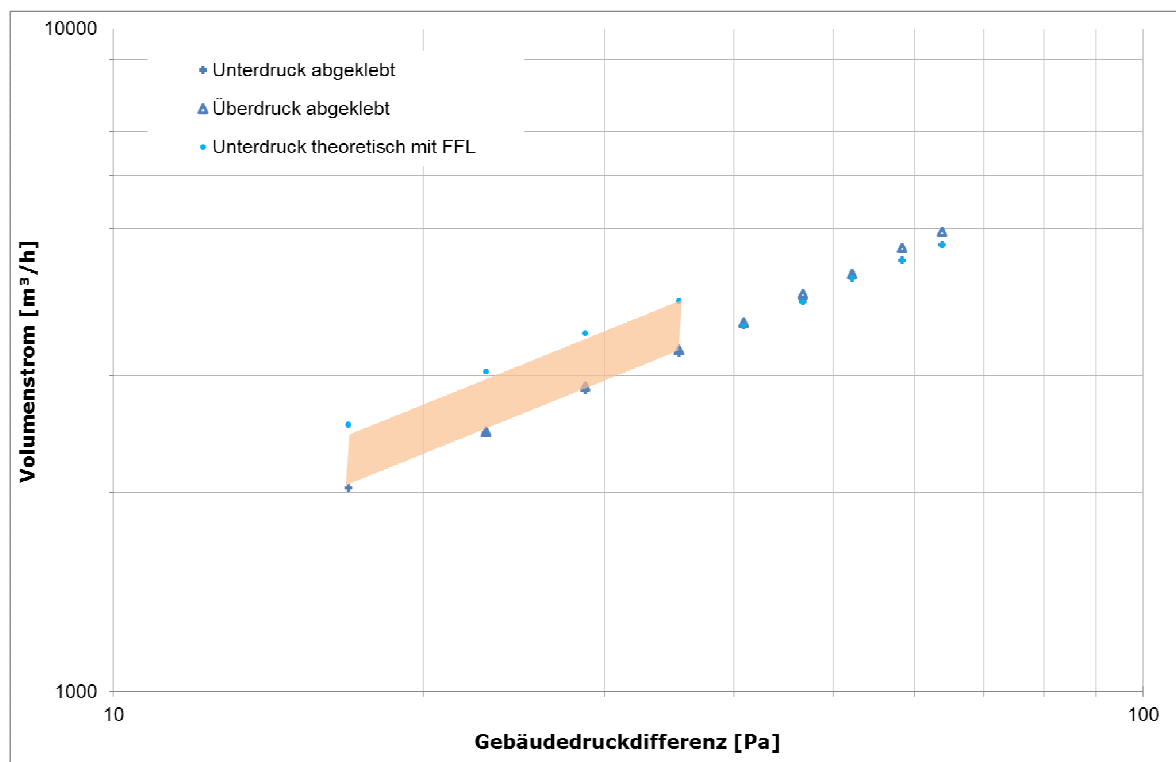


Bild 5: Diagramm mit Messwerten der Unter- und Überdruckmessung mit abgeklebten FFL sowie theoretischem Verlauf mit geöffneten FFL im Unterdruck

Nach dieser Darstellung der Ausgangslage (FFL abgeklebt) und des theoretischen Verlaufes (FFL offen) werden nun die Messergebnisse der Blower-Door-Messung für die Unterdruckmessung sowohl mit abgeklebten als auch mit offenen Fensterfalzlüftern in einem Diagramm (Bild 6) dargestellt. Gegenüber Bild 5 erkennt man die neue Punkteschar der Unterdruckmessung mit offenen FFL sowie deren Verlauf, der über den gesamten Druckdifferenzbereich über den Volumenstromwerten des geschlossenen Zustands liegt. *Das bedeutet, dass durch die Messung nicht bestätigt werden kann, dass die FFL bei Druckdifferenzen ab 40 Pa nahezu schließen und keinen Volumenstrom ins Gebäude lassen.* Im Diagramm sieht es optisch so aus als ob die Volumenstromerhöhung durch die offenen FFL über den gesamten Druckdifferenzbereich nahezu gleich ist. Da es sich hierbei allerdings um eine doppeltlogarithmische Darstellung handelt, steigt die Volumenstromerhöhung mit zunehmender Druckdifferenz an. So ergibt sich für ca.

15 Pa Druckdifferenz ein um ca. 100 m³/h erhöhter Volumenstrom und für ca. 64 Pa ein um ca. 400 m³/h erhöhter Volumenstrom.

Um den direkten Einfluss der FFL zu verdeutlichen wurde in Bild 7 die Differenz der Messung des offenen und abgeklebten Zustandes dargestellt. Im oberen Bereich (> 100 m³/h) sind die Werte bezogen auf alle FFL (insgesamt 74 in diesem Gebäude) zu erkennen und im unteren Bereich die Werte eines einzelnen FFL. Das ganze Gebäude erfährt durch die offenen FFL einen zusätzlichen Luftvolumenstrom von 100 bis 300 m³/h im Bereich von 15 bis 35 Pa bzw. 300 bis 400 m³/h über 40 Pa.

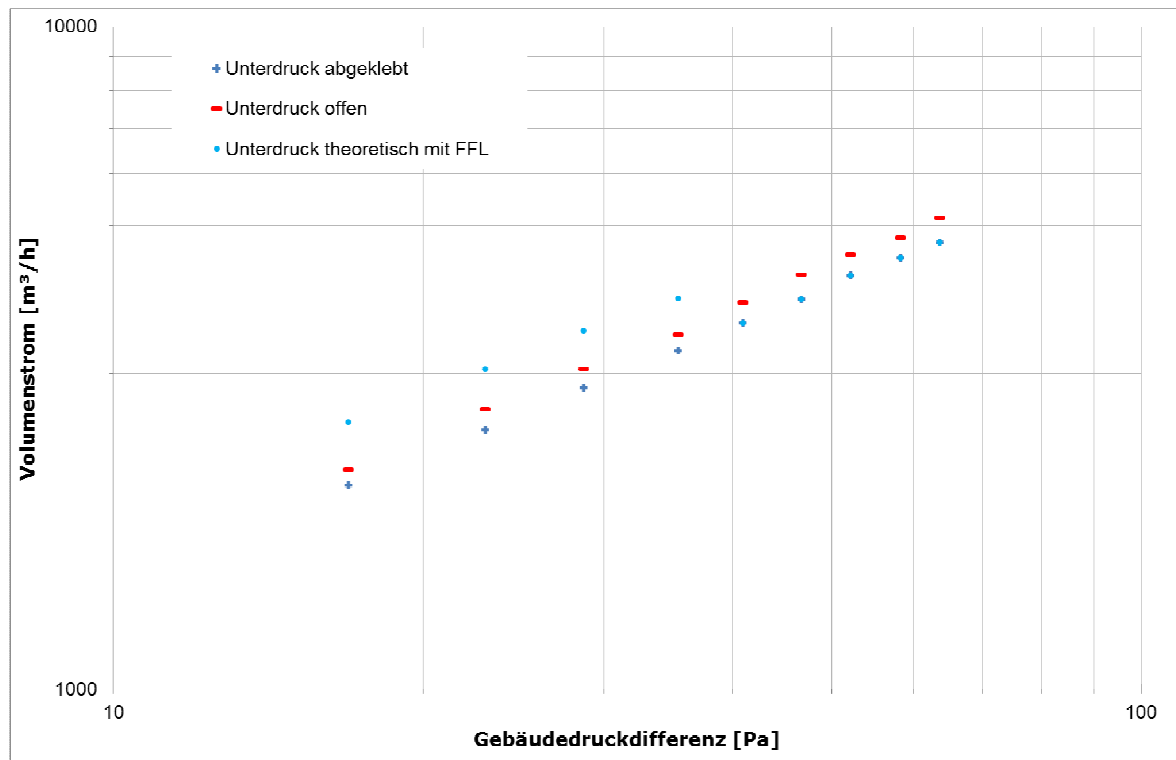


Bild 6: Diagramm mit Messwerten der Unterdruckmessung mit abgeklebten und offenen FFL sowie theoretischem Verlauf mit geöffneten FFL im Unterdruck

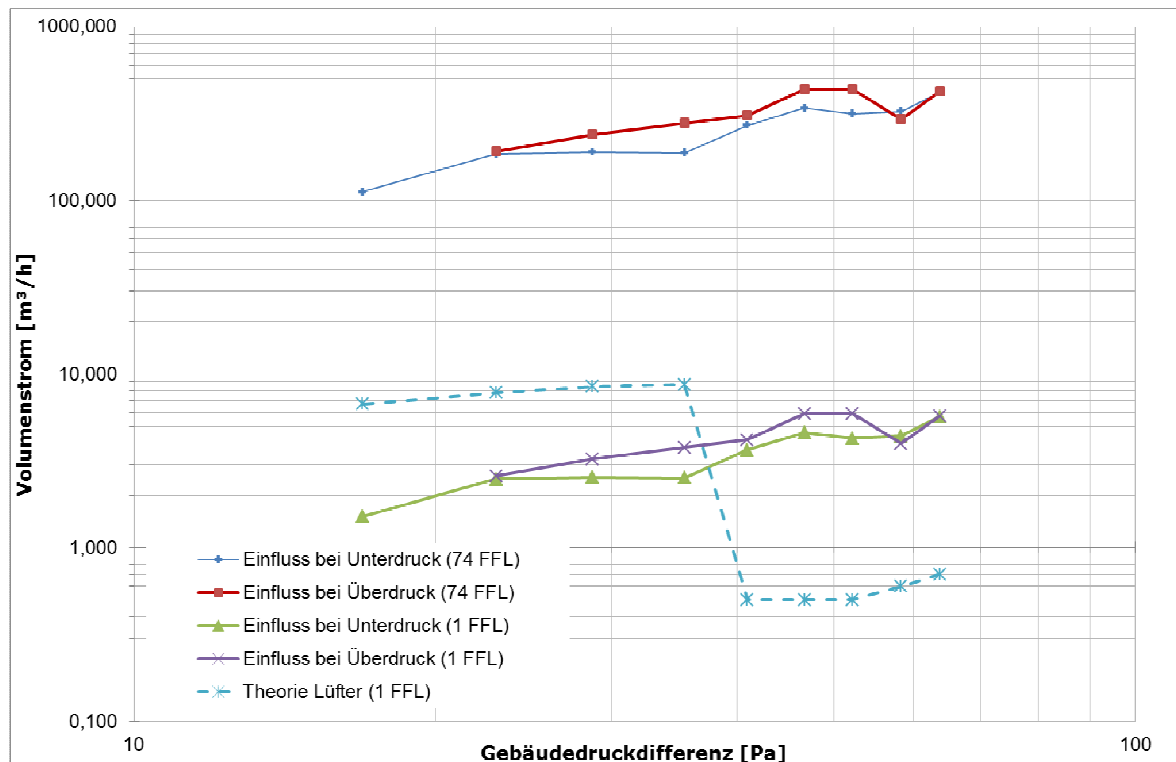


Bild 7: Einfluss der Fensterfalzlüfter in Theorie und Praxis hinsichtlich Volumenstrom

Für einen FFL ergeben sich Werte zwischen 1,5 und 6 m^3/h . Die theoretische Kurve zeigt, dass der zusätzliche Luftvolumenstrom durch die Fensterfalzlüfter bis 40 Pa bei ca. 6 – 8 m^3/h und ab 40 Pa unter 1 m^3/h liegen sollte. Demnach ergibt sich für das Gebäude ein zusätzlicher Luftwechsel von ca. 0,05 bis 0,12 h^{-1} im Bereich unter 30 Pa und 0,1 bis 0,23 h^{-1} im Bereich über 30 Pa (siehe Bild 8). Die theoretische Erhöhung der Luftwechselrate dieses Gebäudes mit 74 eingebauten Fensterfalzlüftern sollte bei 0,2 bis 0,25 h^{-1} im unteren Druckdifferenzbereich (< 40 Pa) liegen.

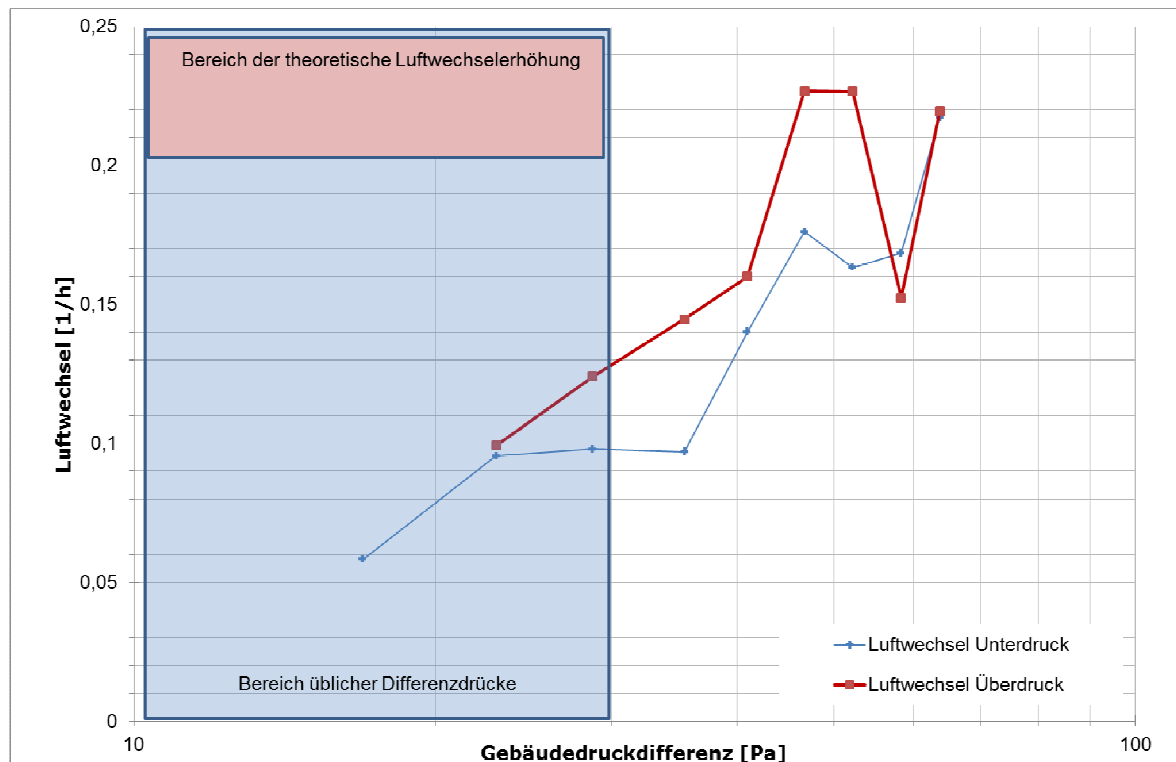


Bild 8: Einfluss der Fensterfalzlüfter hinsichtlich Luftwechsel

Vergleich aller Messergebnisse

Der Vergleich der Messergebnisse der verschiedenen Gebäude zeigt zwar Unterschiede in den einzelnen Ergebnissen, aber die Tendenz der Ergebnisse ist einigermaßen eindeutig. Die Schwankungen liegen zum einen daran, dass es sich um reale Messergebnisse – also mit den typischen Messfehlern – sowie um reale Objekte – also mit unterschiedlichen sonstigen Leckagen – handelt. Betrachtet man den Einfluss der Fensterfalzlüfter im Bereich < 40 Pa, so erkennt man in Bild 9, dass bei drei von vier Gebäuden der zusätzliche Luftvolumenstrom durch die FFL deutlich geringer ist als die theoretischen Werte. Die realen zusätzlichen Luftvolumenströme liegen meist nur bei ca. 30 bis 40 % der Sollvolumenströme, bis auf das eine Gebäude bei dem auch bis zu 92 % erreicht werden. Eindeutig ist allerdings die Tatsache, dass im Bereich über 40 Pa die Funktion nicht erfüllt wird, da hier die durch die FFL zusätzlichen Luftvolumenströme im Bereich von 200 bis 500 m³/h liegen, obwohl die Fensterfalzlüfter hier geschlossen sein müssten. Dies führt zu Erhöhungen des Luftwechsel bei hohen Drücken um bis zu 0,12 bis 0,35 h⁻¹ (bis 65 Pa).

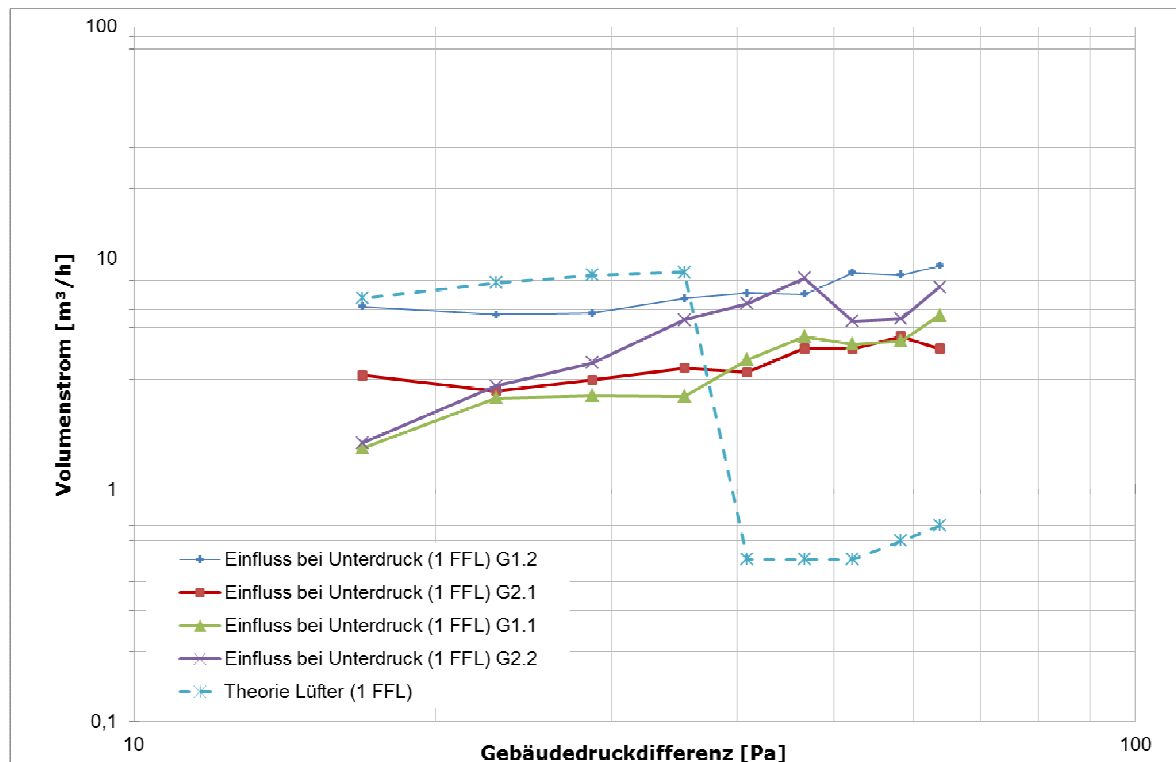


Bild 9: Vergleich des Einflusses der Fensterfalzlüfter in den verschiedenen Gebäuden hinsichtlich Volumenstrom

FAZIT

Die Messergebnisse der Blower-Door-Messungen variierten zwischen $2,1 \text{ h}^{-1}$ und $3,0 \text{ h}^{-1}$ in den sanierten Gebäuden. Der Einfluss der Fensterfalzlüfter auf den n_{50} -Wert liegt bei $0,1$ bis $0,3 \text{ h}^{-1}$ und somit in einem erwarteten Bereich. Er spielt je nach Gebäudedichtheit eine Rolle für das Erreichen der Normwerte.

Die Funktionsweise der Fensterfalzlüfter entspricht nicht den Herstellervorgaben, da sie zum einen geringere Luftmengen ermöglichen als angegeben und zum anderen auch im oberen Druckdifferenzbereich nicht wie angegeben schließen. Die gemessenen Luftmengen erreichen nur zwischen 28 % und 92 % der Luftmengen des Datenblattes (im Mittel ca. 50 %). Damit liegt der durch die Fensterfalzlüfter hervorgerufene Luftwechsel im Bereich von $0,06$ und $0,13 \text{ h}^{-1}$ (im Bereich 10 bis 30 Pa).